

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-158802

(43)Date of publication of application : 08.07.1991

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 01-299031

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 17.11.1989

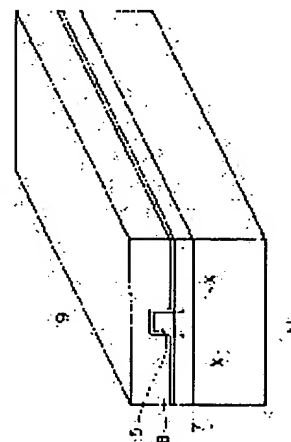
(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To remove the ununiformity of structure which is generated on the boundary surface of a core layer side part and to reduce a scattering loss by coating both the surfaces of the 1st clad layer and a core layer with an intermediate thin layer having compatibility.

CONSTITUTION: The 1st clad layer 7 is formed on a substrate 1 consisting of Si or SiO₂ glass, ferroelectric material, and so on. The 1st clad layer 7 consists of a SiO₂ layer or a layer containing a refractive index controlling additive. The 1st clad layer 7 and the core layer 5 are coated with the intermediate thin layer 8 and the 2nd clad layer 9 consisting of almost the same material as that of the 1st clad layer 7. The thin layer 8 should be characterized by adhesiveness to the surface of the layers 5, 7 and have compatibility with these layers 5, 7, 9. Thereby, a material similar to that of the layers 7, 5, 9 is used for the layer 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-158802

⑮ Int. Cl.³
G 02 B 6/12

識別記号 庁内整理番号
A 7036-2H
M 7036-2H

⑬ 公開 平成3年(1991)7月8日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光導波路及びその製造方法

⑰ 特 願 平1-299031

⑱ 出 願 平1(1989)11月17日

⑲ 発 明 者 井 本 克 之 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内

⑳ 出 願 人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 絹谷 信雄

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 基板上に形成された第1のクラッド層と、該第1のクラッド層上に形成されたこれよりも断面の小さい略矩形状のコア層と、第1のクラッド層及びコア層の表面に密着性よく被覆された相溶性を有する中間薄層と、該中間薄層上に形成された第2のクラッド層とからなる光導波路。

2. 上記第1のクラッド層が、コア層の形成されている部分を厚く、それ以外の部分を薄く形成されている請求項1記載の光導波路。

3. 第2のクラッド層上表面が、第1のクラッド層及びコア層の表面形状に沿った段差を有している請求項1又は2記載の光導波路。

4. 上記中間薄層が、コア層、第1及び第2のクラッド層の軟化温度以下の材質により形成されている請求項1、2又は3記載の光導波

路。

5. 基板の屈折率が第1のクラッド層の屈折率以下の場合、第1のクラッド層が基板で代用されている請求項1、2、3又は4記載の光導波路。

6. 第1のクラッド層上に断面の小さい略矩形状のコア層を形成した後、第1のクラッド層及びコア層の表面にSiの金属アルコレート溶液、或いは該溶液に屈折率制御用添加物を含んだ液を混合した溶液を塗布し、これを乾燥、固化及び加熱して中間薄層を形成した後、該中間薄層上に第2のクラッド層を形成する光導波路の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、コア層側面とクラッド層間の境界面の不均一性を解消した低損失の光導波路及びその製造方法に関する。

〔従来の技術〕

近年、光ファイバ通信の進展に伴い、光ディ

バイスには、大量生産性、高信頼性、結合の無調整化、自動組立、低損失化等が要求されるようになり、これらの課題を解決する導波路型の光デバイスが注目されるようになってきている。

導波路の中でも、特に石英系ガラス導波路は低損失であり、また光ファイバとの接続損失も非常に小さいため、将来の導波路として有望視されている。

従来、石英系ガラス導波路の製造方法として、本発明者等は第5図に示すような方法を提案した。この方法は、先ず同図の(a)に示すようにSiO₂、ガラスからなる基板1上にSiO₂-TiO₂系ガラスからなるコア用ガラス膜2を形成する。このガラス膜2の基板1との間の屈折率差は約0.25%、膜厚Tは約8μmである。

次いで、(a)で得た試料を約200℃で高温熱処理してコア用ガラス膜2を緻密な膜にした後(b)、そのコア用ガラス膜2上にWSi膜3を形成する(c)。これは、厚膜のコア用ガラス膜2をエッチングするのにホトレジスタだけでは

もたないからである。WSi膜3の膜厚は厚い程よいが、厚くすると基板1が応力により反りを生じるため、1μm程度が上限値である。

次いで、このWSi膜3上にホトレジストを塗布し、ホトリソグラフィによりそのホトレジスト膜4のパターニングを行う(d)。その後、ホトレジスト膜4をマスクにしてドライエッチングによりWSi膜3のパターニングを行った後、ホトレジスト膜4及びWSi膜3をマスクにしてドライエッチングによりコア用ガラス膜2のパターニングを行う(f)。

次いで、ホトレジスト膜4及びWSi膜3を除去し(g)、最後に基板1及びコア層5の表面にSiO₂-TiO₂-B₂O₃系ガラスからなるクラッド層6を形成して完了する(h)。

このクラッド層6の屈折率は基板1の屈折率と等しくしてあり、またその膜厚は20~30μmである。作成した導波路の構造寸法は、例えばW=10μm、T=8μm、S=2μm、コア層5とクラッド層6の屈折率差は0.25%である。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、上記光導波路の製造方法は、厚膜のコア用ガラス膜2を矩形状に垂直性よくパターン化することができるが、ホトレジスト膜4及びWSi膜3パターンエッジの微小な凹凸によってコア層5側部の表面が凹凸に表面荒れを起し易い。

クラッド層6を堆積させる方法としては、酸水素バーナ内にクラッド層の原料ガスを供給し、酸水素火炎中でガラス微粒子を発生させてこのガラス微粒子を上記パターン化した表面全体に堆積させた後、高温焼結により透明なクラッドガラス層にする方法が用いられている。

しかし、このクラッド層の堆積方法は、常圧でガラス微粒子を堆積させるため、コア層側部の凹凸表面との間の境界面に多くの空隙を生じさせ、これらの空隙が高温焼結プロセスを経ても殆ど無くならず、光の散乱中心となり、結果的に散乱損失の大きい光導波路となる問題につながっていた。

そこで、本発明の目的は、上記問題点を解決し、

コア層側部表面とクラッド層間の境界面の不均一性を解消した低損失の光導波路及びその製造方法を提供することにある。

[課題を解決するための手段]

上記目的を達成するために本発明の光導波路は、基板上に形成された第1のクラッド層と、該第1のクラッド層上に形成されたこれよりも断面の小さい略矩形状のコア層と、第1のクラッド層及びコア層の表面に密着性よく被覆された相溶性を有する中間層と、該中間層上に形成された第2のクラッド層とから構成されている。

また、本発明の光導波路の製造方法は、第1のクラッド層上に断面の小さい略矩形状のコア層を形成した後、第1のクラッド層及びコア層の表面にSiの金属アルコレート溶液、或いは該溶液に屈折率制御用添加物を含んだ液を混合した溶液を塗布し、これを乾燥、固化及び加熱して中間層を形成した後、該中間層上に第2のクラッド層を形成するものである。

〔作用〕

コア層の形成時にはその側部表面に凹凸の表面荒れが生じ易い。しかし、第1のクラッド層の表面及びコア層の表面が相溶性を有する中間薄層により密着性よく被覆されているので、これら表面の凹凸乃至空隙部が中間薄層によって埋められて滑らかになる。従って、特にコア層側部表面の境界面に生じる構造の不均一性が解消され、散乱損失等の損失が低減する。

また、上記製造方法によれば、コア層表面に中間層を形成するための溶液を塗布する際に、コア層側部表面の凹凸を溶液により埋めて滑らかにすることができ、コア層側部表面の境界面に生じる構造の不均一性が解消する。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

光導波路の第1実施例を示す第1図において、1はSi或いはSiO₂系ガラス、強誘電体材料等からなる基板で、この基板1上には第1のクラ

ッド層7が形成されている。この第1のクラッド層7は、SiO₂、或いはSiO₂に屈折率制御用添加物(B、P、Ti、Al、F、Zn、Ge、Er、Nd、Yb、Tm等の少なくとも一種)を含んだ層からなっている。

この第1のクラッド層7上にはこれよりも断面が小さい略矩形状のコア層5が形成されている。このコア層5も、第1のクラッド層7と同様、SiO₂、或いはSiO₂に屈折率制御用添加物を含んだものにより構成されている。

そして、第1のクラッド層7及びコア層5の表面は中間薄層8で被覆され、この中間薄層8上には第1のクラッド層7と同様材質の第2のクラッド層9が形成されている。中間薄層8はコア層5及び第1のクラッド層7の表面に対して密着性を有すること、及びこれらの層5、7並びに第2のクラッド層9に対して相溶性を有することが必要である。従って、中間薄層8の材質としては、第1のクラッド層7、コア層5及び第2のクラッド層9と同様の材質が用いられる。但し、上記構成

の光導波路は最終的に焼結処理されるので、その際に中間薄層8を流動化させて第1のクラッド層7及びコア層5の表面の凹凸を埋めるようにするには、中間薄層8の軟化温度を上記各層5、7、9の軟化温度と同等かそれよりも低いほうが良い。なお、中間薄層8の膜厚は屈折率の値に依存するが、通常は数μm(例えば2μm)以下に選ばれる。

かかる構成によれば、第1のクラッド層7及びコア層5の表面が相溶性を有する中間薄層8により密着性よく被覆されているので、第1のクラッド層7の表面及びコア層5表面の凹凸乃至空隙部が中間薄層8によって埋められて滑らかになり、これにより特にコア層5側部表面の境界面に生じる構造の不均一性が解消され、散乱損失等の損失が低減する。

なお、第1のクラッド層7の屈折率を n_{c1} 、コア層の屈折率を n_c 、中間薄層を n_i 、第2のクラッド層9の屈折率を n_{c2} とした場合、 $n_c \geq n_i$ 、 $n_c > n_{c1}$ 、 n_{c2} に設定されている。 n_{c1}

$= n_{c2}$ 、或いは $n_{c1} \neq n_{c2}$ である。 $n_c = n_i$ の場合には、中間薄層8がコア層5の一部として作用する。

n_i と n_{c1} 、 n_{c2} の關係は、 $n_i \leq n_c$ 、 n_{c1} 、 n_{c2} 、或いは $n_c \geq n_i \geq n_{c1}$ 、 n_{c2} を満足していれば良い。すなわち、 n_{c1} 、 n_{c2} を n_c で総称した場合において、 $n_i = n_c$ の場合には、中間薄層8がクラッド層7、9の一部として作用する(この場合、 $n_c \neq n_i$ である。)、 $n_c > n_i > n_{c1}$ の場合には、中間薄層8がコア層5とクラッド層7、9の中間の層として作用し、等価的にコア層5の屈折率を低くしたような光導波路構成となる。 $n_i < n_c$ の場合には、中間薄層8がコア層5とクラッド層7、9との間の屈折率差を等価的に大きくしたように作用し、コア層5表面の構造的不均一による散乱損失及び曲線光導波路とした場合の曲がり損失を緩和させる効果がある。

次に上記光導波路の製造方法を第4図に従って説明する。

先ず、基板1上に第1のクラッド層7を形成し

た後、この第1のクラッド層7上にスラブ状のコア用ガラス膜を形成し、このコア用ガラス膜をエッチングプロセスにより第1のクラッド層7よりも断面が小さい略矩形状のコア層5をパターンニングする(a)。

次いで、上記パターン化した表面全体に中間薄層8を形成する(b)。この中間薄層8の形成方法として最も簡便で性能の良い方法は、Siの金属アルコレート溶液中、或いはこの溶液に屈折率制御剤添加物を含んだ液を混合した液中に上記基板1を浸漬し、これを液中より引き上げて乾燥させ、その後数百度(200~500℃)の温度でベーキングして中間薄層8を形成する方法である。

別の方法としては、上記液を基板1の第1のクラッド層7上に塗布した後、基板1をスピナーで回転させ、その後上記のようにベーキングする方法である。

次いで、中間薄層8上にスト状の第2のクラッド層9を堆積させた後(c)、高温で焼結することにより透明な第2のクラッド層9とし、光導

波路が完成する(d)。

かかる方法によれば、コア層5表面に中間薄層8を形成するための溶液を塗布する際に、第1のクラッド層7表面及びコア層5表面の微少な凹凸乃至空隙部を溶液により埋めて滑らかにすることができ、特にコア層5側部表面の境界面に生じる構造の不均一性を解消することができる。なお、中間薄層8の軟化温度を各層5、7、9のそれよりも低い材料で構成しておくと、焼結工程(d)で中間薄層8が流動状態に近い状態となり、凹凸表面をより滑らかにすることができる。

なお、中間薄層8を形成するプロセス(b)を真空中で行うようにすれば、第1のクラッド層7及びコア層5と中間薄層8との境界面の空隙を容易に無くすることができる。

中間薄層8を形成する方法としては、上記方法の他に、CVD法、スパッタリング法、電子ビーム蒸着法等を用いても良い。

第3図の(a)(b)は光導波路の第2の実施例を示している。これは第1のクラッド層7の厚

みに変化をつけた構造のもので、第1図の第1のクラッド層7とコア層5の境界面の不連続箇所xの構造の不均一、すなわちコア層5をエッチングプロセスで矩形状に形成する場合に発生する不均一による光導波路の散乱損失を低減させるのに極めて有効な構造である。

図示するようにコア層5の形成されている部分の第1のクラッド層7の厚みが t_1 、それ以外の部分の厚みが若干薄い($1000\text{Å} \sim 2\mu\text{m}$ の値)厚み t_2 とされている。このように第1のクラッド層7を形成するには、先ず第1のクラッド層7上にスラブ状のコア層用ガラス膜を形成しておき、このガラス膜をエッチングプロセスにより略矩形状のコア層5に形成する場合に、エッチング時間を第1図の構造の場合よりも長くして第1のクラッド層7の一部分もエッチングすれば良い。これにより、コア層5と第1のクラッド層7の境界面の不連続部が無くなり、連続となるので、コア層5での散乱損失を大巾に低減することができる。第3図の(a)はコア層5が一つの場合、(b)

はコア層5を二つ平行に配置した結合光導波路の場合を示している。

第4図は光導波路の第3の実施例を示している。これは第2のクラッド層9の上表面を第1のクラッド層7及びコア層5の表面形状に沿って段差を有するように形成したものである。この構造によれば、第2のクラッド層9が平均的に薄い厚みに形成されているので、曲線光導波路での曲がり損失を低減させることができる。

本発明は上記実施例の範囲に限定されない。例えば、基板1に第1のクラッド層7の屈折率と同等かそれよりも低い値のものを用いた場合には、第1のクラッド層7は基板1で代用しても良い。これにより、第1のクラッド層7の形成プロセスを省略でき、コストダウンが図れる。コア層5は光導波路の長手方向に直線状に形成されたもの、曲線部を有するもの、折れ曲がり部を有するもの等がある。

基板1の裏面には第1のクラッド層、コア層、第2のクラッド層、中間薄層等の層が少なくとも

一つ形成されていても良く、また光導波路には金属膜が形成されていても良く、半導体レーザ、受光素子、光ファイバ等の光部品や電極などを実装していても良い。

本発明の光導波路を用いることによって、Y分岐結合器、方向性結合器、スターコプラ、フィルタ等の光回路を構成することができる。

〔発明の効果〕

以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

- (1) コア層の表面が相溶性を有する中間層により密着性よく覆われているので、第1のクラッド層の表面及びコア層表面の凹凸乃至空隙部が中間層層によって埋められて滑らかになり、特にコア層側部表面の境界面に生じる構造の不均一性が解消され、散乱損失等の損失が低減する。
- (2) また、本発明の製造方法によれば、コア層表面に中間層を形成するための溶液を塗布する際に、コア層側部表面の凹凸を溶液により埋めて滑らかにすることができ、コア層側部表面の境

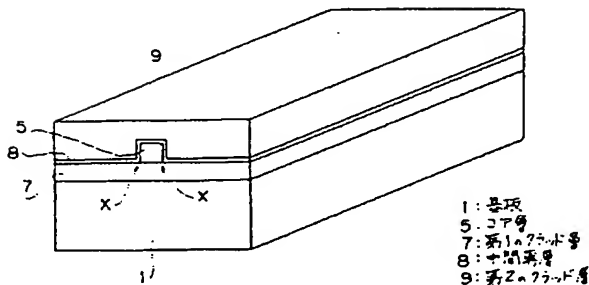
界面に生じる構造の不均一性が解消する。

4. 図面の簡単な説明

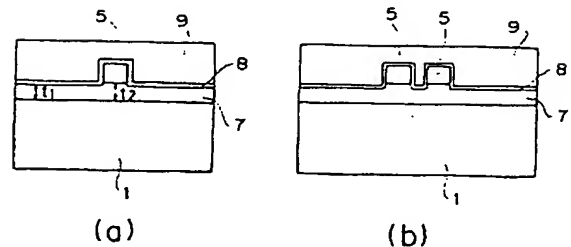
第1図は本発明に係る光導波路の第1実施例を示す斜視図、第2図は同光導波路の製造方法を説明するフローチャート、第3図は光導波路の第2実施例を示す図、第4図は光導波路の第3実施例を示す斜視図、第5図は本発明者が先に提案した光導波路の製造方法を説明する工程図である。

図中、1は基板、5はコア層、7は第1のクラッド層、8は中間層、9は第2のクラッド層である。

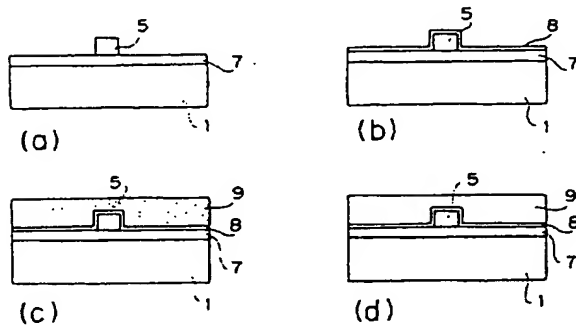
特許出願人 日立電線株式会社
代理人弁理士 絹谷信雄



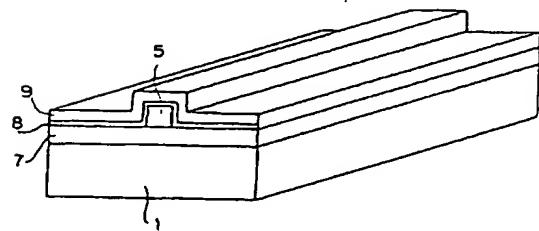
第1図



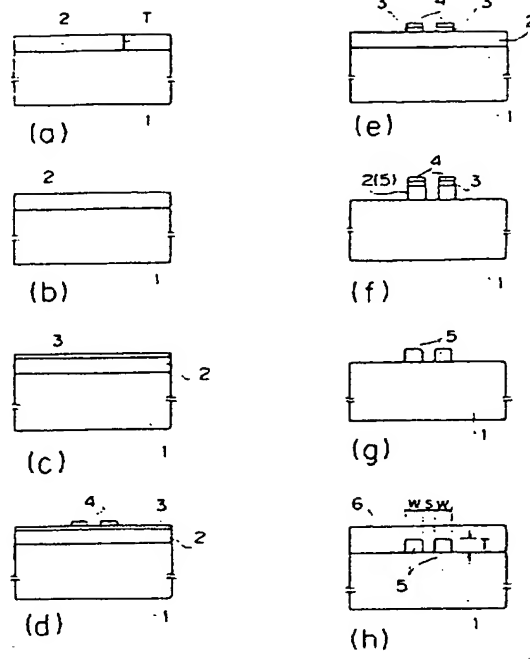
第3図



第2図



第4図



第5図